

⑪ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

⑪ N° de publication : **2 713 837**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
⑫ N° d'enregistrement national : **93 14840**

⑬ Int Cl⁸ : H 02 B 13/025, H 01 F 27/00, H 02 H 5/10, B 60 L 9/12

⑫ **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

⑭ Date de dépôt : 08.12.93.

⑮ Priorité :

⑯ Demandeur(s) : **MERLIN GERIN (Société Anonyme)**
— FR.

⑰ Inventeur(s) : **Berliat Guy.**

⑱ Date de la mise à disposition du public de la
demande : 16.06.95 Bulletin 95/24.

⑲ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

⑳ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

㉑ Titulaire(s) :

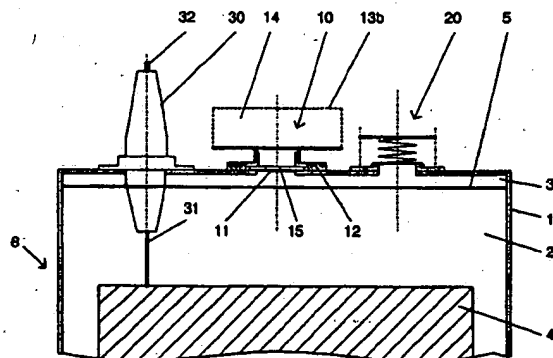
㉒ Mandataire : **Schneider Electric SA.**

㉓ **Dispositif de protection pour transformateur.**

㉔ L'invention se rapporte à un dispositif de protection
(10) contre les surpressions dans la cuve (1) d'un trans-
formateur (6) suite à l'apparition d'un défaut interne de forte
puissance.

Ce dispositif comprend un élément frangible (11) suscep-
tible de se rompre lorsque la pression interne dépasse un
seuil prédéterminé et ainsi mettre l'intérieur de la cuve (1)
en communication avec une chambre (14) étanche de dé-
compression dont les parois (13) sont réalisées en un ma-
tériel souple.

Application aux transformateurs embarqués.



FR 2 713 837 - A1



DISPOSITIF DE PROTECTION POUR TRANSFORMATEUR

L'invention se rapporte à un dispositif de protection pour appareil électrique comportant des réactances, telles que des enroulements de transformateurs, logées dans une enveloppe étanche et immergées dans un liquide diélectrique contre les surpressions internes.

De manière bien connue, certains transformateurs, notamment les transformateurs de puissance, sont essentiellement constitués d'une enveloppe ou cuve étanche ou quasi étanche renfermant la partie active, c'est à dire les enroulements et le circuit magnétique, cette partie active étant immergée dans un fluide diélectrique. En général, le volume intérieur de l'enveloppe est en majeure partie occupé par le fluide diélectrique, seul subsistant en surface du liquide diélectrique, dans la partie supérieure de l'enveloppe, un matelas gazeux destiné à absorber les variations de pression liées à la dilatation du liquide diélectrique.

Les transformateurs existants sont déjà équipés d'une soupape de surpression dans le but d'éviter des montées en pression indésirables à l'intérieur de l'enveloppe, suite par exemple aux efforts électro-dynamiques en cas de court-circuit.

Ce type de protection présente l'avantage que lorsque le phénomène de surpression a disparu suite au déclenchement de la soupape de surpression, il revient à sa position initiale et l'équipement électrique peut ainsi continuer à fonctionner. De plus comme le principe d'une telle soupape est basé sur la compression d'un ressort, le seuil de déclenchement de cette protection est facilement réglable selon l'application. Cependant, du fait que l'amplitude de ce ressort est relativement faible, ce type de protection n'autorise qu'un débit d'évacuation de gaz et de liquide diélectrique relativement faible, et par conséquent se limite à la protection de l'enveloppe contre les montées lentes de la pression interne.

L'invention vise à proposer un dispositif de protection capable de faire face non seulement aux montées lentes de pression interne, mais également à celles extrêmement rapides (quelques dizaines de millisecondes) et élevées, suite à l'apparition d'un défaut interne de forte puissance, tout en empêchant un début d'incendie difficile à maîtriser à cause de la présence du liquide diélectrique inflammable. Un tel arc provoque en effet un dégagement gazeux, entraînant une augmentation de pression à l'intérieur de l'enveloppe qui peut entraîner la rupture de l'enveloppe, et par conséquent un déversement du liquide diélectrique pouvant à son tour entraîner un incendie.

Le dispositif, selon l'invention, est donc destiné à assurer la protection d'un appareil électrique, tel qu'un transformateur, qui comporte :

- 5 - une enveloppe étanche ou quasi étanche dont le volume intérieur est en majeure partie rempli d'un fluide diélectrique, et
- au moins une réactance immergée dans le fluide diélectrique ;

10 il est caractérisé en ce que l'enveloppe étanche comporte un élément frangible susceptible de se rompre lorsque la pression régnant à l'intérieur de l'enveloppe dépasse un seuil prédéterminé, et ainsi mettre le volume intérieur de l'enveloppe en communication avec une chambre étanche de décompression dont les parois sont réalisées, au moins en partie, en un matériau souple.

15 De préférence, la chambre de décompression présente, au repos, un volume intérieur presque nul, le matériau souple étant peu élastique et réalisé dans un tissu imprégné d'un polymère.

20 Selon un mode de réalisation l'élément frangible est un disque de rupture situé dans la partie inférieure de l'enveloppe, à la verticale du point d'arc ; de préférence il est adapté à empêcher toute fragmentation susceptible de polluer le volume intérieur de l'enveloppe.

L'élément frangible peut en outre être équipé d'un système de détection de rupture capable de piloter la coupure de l'alimentation électrique.

25

Le dispositif selon l'invention peut en outre comprendre une soupape de sécurité, tarée par exemple à une valeur comprise entre 0,5 et 0,9 fois le seuil prédéterminé de rupture de l'élément frangible.

30 D'autres caractéristiques et avantages ressortiront plus en détail de la description détaillée ci-après, en référence aux figures dans lesquelles :

- la figure 1 est une représentation schématique partielle d'un transformateur muni du dispositif de protection selon l'invention,
- 35 - la figure 2 est une représentation schématique partielle d'un mode de réalisation particulier selon l'invention.

En référence aux figures 1 et 2, l'appareil électrique est un transformateur 6 comportant une enveloppe étanche 1 réalisée sous la forme d'une cuve métallique à l'intérieur de laquelle est disposée la partie active 4, en l'occurrence les enroulements et le circuit magnétique. Pour certains transformateurs, l'enveloppe 1 n'est pas parfaitement étanche car munie d'une tubulure d'assèchement d'air de très faible dimension ; c'est pourquoi on utilisera l'expression "enveloppe étanche ou quasi étanche". Le volume intérieur de l'enveloppe est rempli en majeure partie par un fluide diélectrique 2, au-dessus duquel subsiste un matelas gazeux 3. L'interface 5 entre le fluide diélectrique 2 et le matelas gazeux 3 présente de préférence une surface aussi grande que possible ; en effet la montée en pression dans l'enveloppe, suite à l'apparition d'un arc électrique de grande puissance dans le fluide diélectrique, est très directionnelle dans le sens ascendant, et une interface 5 aussi grande que possible favorise le passage de la bulle de gaz formée dans le liquide diélectrique 2 autour de l'arc vers le matelas gazeux 3. Ce gaz est constitué principalement d'hydrogène et d'acétylène et est donc fortement inflammable en présence d'oxygène.

Dans sa partie supérieure, c'est à dire celle exposée au matelas gazeux 3, le transformateur est équipé d'un dispositif de protection 10, selon l'invention, contre les surpressions notamment celles qui résultent d'une montée en pression extrêmement rapide. Ce dispositif de protection 10 est de préférence situé à la verticale du point d'arc de l'appareil électrique, c'est à dire à la verticale du point présentant la plus grande probabilité d'occurrence d'un arc électrique, qui est déterminé à priori lors de l'étude de l'appareil électrique, de manière à faire directement face au front ascendant de la montée en pression. Le dispositif de protection 10 comporte un élément frangible 11 dont une des faces est exposée au matelas gazeux 3, et dont l'autre face est exposée à une chambre de décompression étanche 14. L'élément frangible 11 est fixé à l'enveloppe 1 par l'intermédiaire d'une bride 12 ; il se présente par exemple sous la forme d'un disque de rupture en aluminium présentant une gorge formant une ligne de faiblesse qui se découpe lorsque la pression interne dans l'enveloppe 1 dépasse un seuil prédéterminé, et qui par là même offre une section de passage importante entre le volume intérieur de l'enveloppe 1 et le volume intérieur de la chambre de décompression 14. En outre l'utilisation d'un tel disque de rupture présente l'avantage d'éviter toute contamination du liquide diélectrique et de la partie active par des particules ou fragments, contamination qui rendrait difficile la récupération des éléments sains de la partie active. Les parois 13 de la chambre de décompression étanche sont réalisées, au moins en partie, en un matériau souple et peu élastique, tel qu'un tissu imprégné de polymère. Le signe de référence 13 a représente, d'une manière schématique, cette paroi souple 13 au repos, repliée sur la surface extérieure de l'enveloppe 1 de manière à ce que le volume intérieur de la chambre de décompression 14 soit presque nul ; le signe de référence 13 b représente, d'une manière schématique, cette paroi souple 13 déployée

suite à la rupture de l'élément frangible 11 et par là même à la mise en communication du matelas gazeux 3 avec la chambre de décompression 14.

Le volume de la chambre de décompression 14, une fois la paroi souple 13 déployée (position 13 b), est choisi en fonction de l'énergie maximum susceptible d'être engendrée par un arc électrique dans le fluide diélectrique, des matériaux constituant l'isolation de la partie active 4, du liquide diélectrique 2 et des protections électriques des circuits associés. De préférence la paroi souple 13 n'est pas élastique, ou très faiblement élastique.

A titre d'exemple non limitatif pour une enveloppe 1 dont le volume intérieur est d'environ 2000 litres, la chambre de décompression 14 présente, dans sa forme déployée (position 13 b), un volume d'environ 40 litres ; le disque de rupture formant l'élément frangible 11 présente une pression de rupture de 0,7 bar et offre après rupture une section de passage d'environ 80 cm² entre le volume intérieur de l'enveloppe 1 et le volume intérieur de la chambre de décompression 13.

Selon un mode de réalisation particulier, l'élément frangible 11 est équipé d'un filament électrique 15 disposé sur sa face exposée à la chambre de décompression 13 et qui assure la détection de la rupture de l'élément frangible 11. Ce filament 15 fonctionne comme un contact à ouverture inséré dans un circuit de commande (non représenté), l'ouverture de ce contact provoquant l'arrêt de l'alimentation générale de l'appareil électrique 6.

En référence à la figure 2, on notera que l'appareil électrique 6 comporte de manière connue des traversées étanches isolantes 30 reliant électriquement la partie active 4 au travers des conducteurs 31 à des bornes extérieures 32.

En outre il est judicieux d'ajouter au système de protection selon l'invention une soupape de surpression 20, telle que déjà connue en soi, tarée à une valeur inférieure à celle du seuil de rupture de l'élément frangible 11 ; on retiendra par exemple une valeur de déclenchement de la soupape de surpression 20 située dans la plage de 0,5 à 0,9 fois la valeur du seuil de rupture de l'élément frangible 11.

En reprenant l'exemple chiffré évoqué ci-dessus, on retiendra typiquement une soupape de surpression tarée à 0,5 bar.

L'avantage de combiner le dispositif de protection 10 avec une soupape de surpression 20 réside dans le fait qu'il permet de maintenir la pression interne en permanence inférieure à la valeur de déclenchement de la soupape de surpression 20, et que toute montée en pression très rapide qui n'aurait pu être évacuée par la soupape de surpression 20 ne restera

appliquée à l'enveloppe 1 que pendant un instant très bref précédant la rupture de l'élément frangible 11.

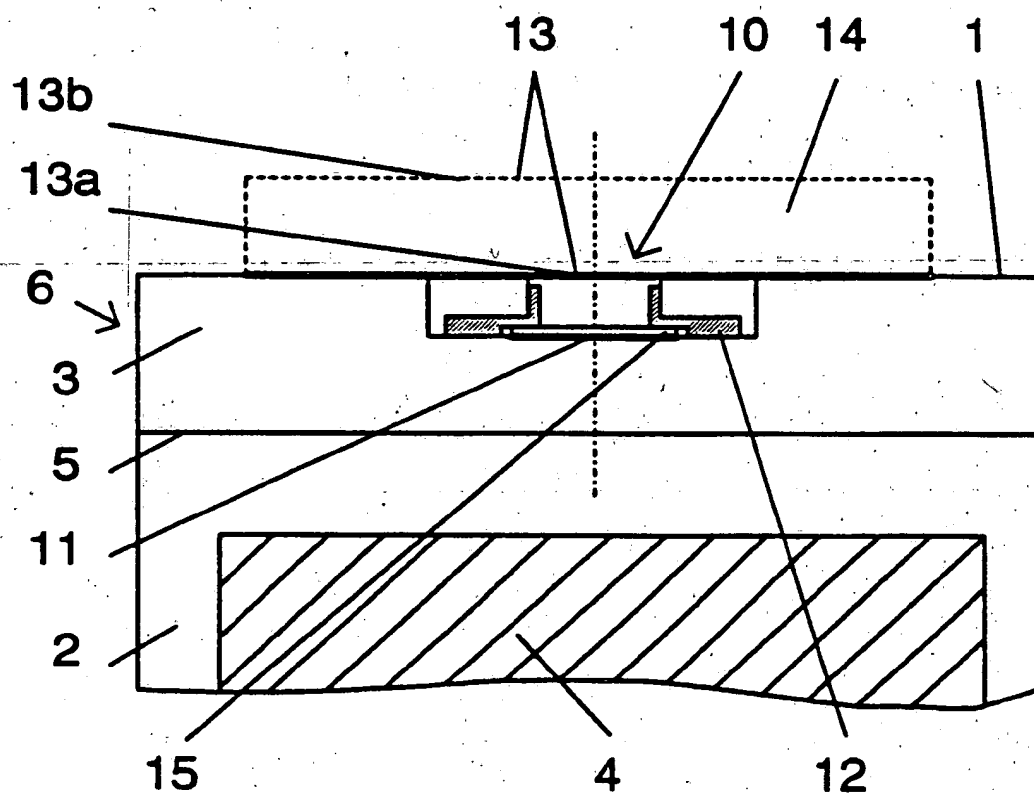
En d'autres termes, l'enveloppe 1 n'est sollicitée en pression que d'une manière très éphémère et peut être réutilisée après inspection de l'enveloppe 1, réparation du défaut
5 apparu dans la partie active 4, et remplacement de l'élément frangible 11.

Le dispositif de protection selon l'invention est particulièrement bien adapté aux transformateurs de puissance embarqués dans les véhicules ferroviaires à traction électrique, car il offre un degré de sécurité très élevé contre les risques d'incendie.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de protection pour appareil électrique, tel qu'un transformateur, comportant :
 - une enveloppe (1) étanche ou quasi étanche dont le volume intérieur est en majeure partie rempli d'un fluide diélectrique (2), et
 - au moins une réactance (4) immergée dans ledit fluide diélectrique,caractérisé en ce que ladite enveloppe comporte un élément frangible (11) susceptible de se rompre lorsque la pression régnant à l'intérieur de l'enveloppe dépasse un seuil prédéterminé, et ainsi mettre le volume intérieur de ladite enveloppe (1) en communication avec une chambre (14) étanche de décompression dont les parois (13) sont réalisées, au moins en partie, en un matériau souple.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la chambre (14) de décompression présente au repos un volume intérieur presque nul.
3. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que ledit matériau souple est peu élastique.
4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit matériau souple est un tissu imprégné d'un polymère.
5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'élément frangible (11) est un disque de rupture situé au sommet de l'enveloppe, à la verticale du point d'arc.
6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'élément frangible (11) est adapté à empêcher toute fragmentation susceptible de polluer le volume intérieur de ladite enveloppe.
7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'élément frangible (11) est équipé d'un système de détection (15) de rupture relié à un circuit de commande susceptible d'interrompre l'alimentation générale de l'appareil électrique.

8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une soupape de surpression (20).
- 5 9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que ladite soupape de surpression (20) est tarée à une valeur comprise entre 0,5 et 0,9 fois ledit seuil prédéterminé de pression de rupture de l'élément frangible.
- 10 10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que l'appareil électrique est un transformateur (6) de puissance embarqué dans un véhicule ferroviaire à traction électrique.

**FIG. 1**

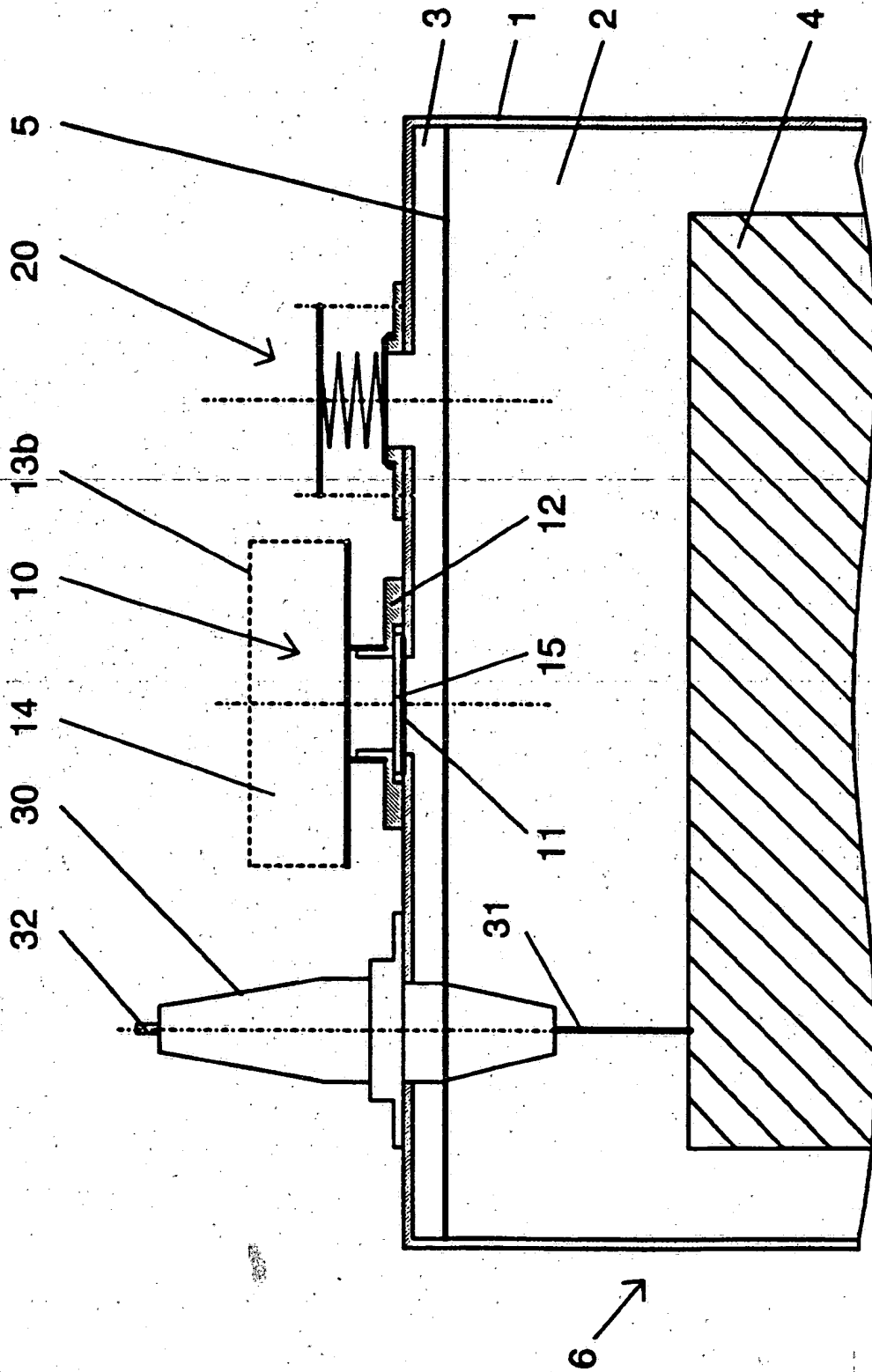


FIG. 2